

В. В. Горбенко /к.т.н./, И. А. Винник
НТУ «ХПИ»

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ НИКЕЛЬСОДРЖАЩИХ ОТХОДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Показана целесообразность применения новой комплексной добавки к чугунам, полученной из никельсодержащих отходов, образовавшихся в результате электроэрозионной обработки деталей. Определен размер ущерба от загрязнения земельных ресурсов данными промышленными отходами. Рассчитан экономический эффект от замены ферросплавов при микролегировании чугуна на полученную добавку.

Показана доцільність використання нової комплексної добавки до чавунів, одержаної з нікельвміщуючих відходів, утворених у наслідку електроерозійної обробки деталей. Визначен розмір шкоди від забруднення земельних ресурсів даними виробничими відходами. Розраховано економічний ефект від заміни феросплавів при мікролегуванні чавуну на одержану добавку.

Necessity of application new complex additive from nickel-containing waste formed as a result electroarcing finishing of machine parts is shown. Damage from pollution of land with the above-mentioned industrial waste is determined. Economical effect of substituting iron alloys for the additive obtained for micro-alloying of casts is calculated.

электроэрозионная обработка, отходы, загрязнение почв, бонитет, утилизация, комплексная добавка, ферросплавы.

В современных условиях комплексная переработка промышленных отходов является весьма актуальной для Украины.

Широко используемый на предприятиях машиностроительного комплекса электроэрозионный метод обработки деталей, изготовленных из легированных сталей и из сплавов цветных металлов, в частности никелевых, приводит к накоплению образующихся отходов на территориях предприятий.

Отходы содержат в своем составе токсичные соединения, которые под действием атмосферных осадков попадают в почву. Предельно-допустимые концентрации соединений, входящих в состав отходов, представлены в таблице 1.

Вместе с тем безвозвратно теряются ценные компоненты, такие как никель, кобальт, хром, молибден и т. д., входящие в состав отходов. Месторождения многих из них отсутствуют на территории Украины.

Из-за отсутствия технологий утилизации указанных отходов многие предприятия вынуждены возмещать ущерб от загрязнения почв.

Таблица 1

Предельно-допустимые концентрации металлов, содержащихся в отходах [1, 2].

Химическое соединение	ПДК в воздухе, мг/м ³	ПДК в воде, мг/л	ПДК в почве, мг/кг
Ni, NiO	0,001	0,1	4
Co	0,001	1	5
Cr	-	0,1	0,05
Mo	-	0,5	-
Fe ₂ O ₃	0,04	-	0,5
W, WO ₃	0,15	-	0,5

В НТУ «ХПИ» на кафедре «Охрана труда и окружающей среды» совместно с кафедрой «Литейного производства» разработана технология утилизации отходов, образованных после электроэрозионной обработки никелевых сплавов с возможностью последующего применения металлической основы в качестве комплексной легирующей добавки к широко применяемым маркам чугуна [3, 4].

Предложенное комплексное решение дает возможность заменить полученной металлической основой дорогостоящие ферросплавы и одновременно снизить техногенное воздействие на окружающую природную среду.

Целесообразность утилизации указанных отходов и применения продуктов переработки в качестве легирующей добавки находят подтверждения в представленных эколого-экономических расчетах.

В соответствии с методикой определения размеров ущерба, обусловленного загрязнением и засорением земельных ресурсов вследствие нарушения природоохранного законодательства [5], произведен расчет выплат за складирование твердых отходов на территории предприятия.

Размер возмещения ущерба $P_{\text{вн}}$ определяется по формуле:

$$P_{\text{вн}} = A \cdot D_y \cdot K_z \cdot K_m \cdot Ш_{\text{эхз}},$$

где A – удельные затраты на ликвидацию последствий загрязнения земельного участка, которая определяется как $0,5D_y$;

D_y – денежная оценка земельного участка до загрязнения, грн, которая определяется по формуле:

$$D_y = \sum (P_{\text{азр}} \cdot D_{\text{азр}}),$$

где P_{agr} – площадь агропромышленной группы почв, м²;

D_{agr} – денежная оценка 1 м² агропромышленной группы почв (грн/м²), определяемая по формуле:

$$D_{agr} = \frac{D_m \cdot B_{agr}}{B_y},$$

где D_m – денежная оценка 1 м² соответствующих территорий предприятия (грн/м²);

B_{agr} – балл бонитета агропромышленной группы почв земельного участка;

B_y – балл бонитета 1 га соответствующих территорий предприятия.

K_z – коэффициент, который характеризует содержание загрязняющего вещества (м³) в объеме загрязненной земли (м³) независимо от глубины проникновения, определяется по формуле:

$$K_z = \frac{O_{36}}{T_z \cdot P_y \cdot I_n},$$

где O_{36} – объем загрязняющего вещества, м³, рассчитывается по формуле:

$$O_{36} = \frac{B_{36}}{P_{36}},$$

B_{36} – вес загрязняющего вещества, т;

P_{36} – относительная плотность загрязняющего вещества, (т/м³).

T_z – толщина земельного слоя, м. Независимо от глубины проникновения равняется 0,2 м;

P_y – площадь загрязненного земельного участка, м²;

I_n – индекс поправки к затратам на ликвидацию загрязнения независимо от глубины проникновения загрязняющего вещества.

K_m – коэффициент токсичности загрязняющего вещества (никеля), и равняется 2 [5];

$Ш_{эхз}$ – показатель шкалы эколого-хозяйственного значения земель.

Данные необходимые для расчета выбраны с учетом земельного кадастра Харьковского областного отдела земельных ресурсов и представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Сводная таблица данных для определения размера возмещения ущерба

A , грн	D_y , грн	P_{agr} , m^2	D_{agr} , грн	D_m , грн	B_{agr}	B_y	K_z	O_{ze} , m^3	B_{ze} , m	P_{ze} , m/m^3	P_y , m^2	I_n	$Ш_{эхз}$
36,75	73,5	10	0,735	0,49	30	20	0,56	1,12	10	8,9	10	0,1	1

Подставив соответствующие значения, получаем размер возмещения ущерба равный 3025 грн.

Представленный экологический расчет не позволяет в полной мере определить экономическую выгоду от утилизации никельсодержащих отходов. Целесообразно определить экономический эффект от использования комплексной присадки вместо ферросплавов.

Экономический эффект \mathcal{E}_ϕ замены ферросплавов полученной комплексной присадкой за расчетный период, грн, рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_\phi = P_m - \mathcal{Z}_m,$$

где: P_m – стоимостная оценка результатов осуществления мероприятий за расчетный период, грн, которая определяется как разность стоимости годового выпуска базового C_2 и экспериментального C_1 чугуна:

$$P_m = C_2 - C_1$$

\mathcal{Z}_m – стоимостная оценка затрат на осуществление мероприятия за расчетный период, грн, состоящая из:

$$\mathcal{Z}_m = \mathcal{Z}_m^{np} + \mathcal{Z}_m^{\kappa} + \mathcal{Z}_m^n,$$

где \mathcal{Z}_m^{np} – предпроизводственные затраты (затраты на исследование и проектирование);

\mathcal{Z}_m^{κ} – капитальные затраты при производстве легирующей добавки;

\mathcal{Z}_m^n – прочие (5% от $\mathcal{Z}_m^{np} + \mathcal{Z}_m^{\kappa}$).

Данная разработка и внедрение технического мероприятия ограничиваются одним годом, поэтому и расчеты эффективности берутся за тот же период.

Расчет целесообразности применения полученной комплексной присадки для полной замены ферроникеля и частичной – феррохрома производится в масштабе одного предприятия по производству чугуна (СЧ20) в объеме 5000 т/год.

На указанное количество чугуна потребность ферросплавов и комплексной присадки приведена в таблице 3.

Таблица 3.

Потребность в легирующих добавках.

Чугун	Наименование материала	Количество, %	Количество на 1т чугуна, кг	Количество на годовой выпуск чугуна, т
Базовый	Феррохром ФХ100	0,35	3,5	17,5
	Ферроникель ФН7	4,00	40	200
Экспериментальный	Феррохром ФХ100	0,25	2,5	12,5
	Комплексная присадка (63%Ni + 13%Cr)	0,45	4,5	22,5

На основании данных приведенных в таблице 3 видно, что на указанный годовой объем выпуска чугуна количество комплексной присадки составляет 22,5 т, что обеспечивает полную замену ферроникеля и снижение расхода феррохрома на 5т (0,1%).

Для определения результатов в стоимостном выражении необходимо знать цену полученной комплексной присадки. Основу формирования цены составляют затраты на ее получение.

Калькуляция себестоимости 1 т. комплексной присадки приведена в таблице 4.

Таблица 4.

Калькуляция себестоимости комплексной присадки

Статьи	Цена на 1 т комплексной присадки, грн
Материалы:	
Восстановитель (кокс)	33,63
Электроэнергия:	110,29
Заработная плата	870,45
Начисления на ФОТ	313,36
Амортизация	1199,68
Накладные расходы	1183,81
Итого	3711,22
Прибыль (10%)	371,12
НДС (20%)	742,24
Цена 1 т комплексной присадки	4824,58

Сравнение затрат на ферросплавы и комплексную присадку приведены в таблице 5.

Таблица 5.

Затраты на легирующие добавки

Наименование материала	Цена 1т, грн	Количество необходимое для годовой выплавки чугуна, т	Годовые затраты, грн
Феррохром ФХ100	6240	5	31200
Ферроникель ФН7	5000	200	1000000
Комплексная присадка	4825	22,5	108562

Таким образом, стоимостная оценка результатов применения для выпуска годового объема чугуна полученной комплексной присадки вместо ферросплавов составляет 922638 грн.

В соответствии с приведенной формулой необходимо учесть затраты, связанные с получением комплексной добавки.

Предусмотрено применение действующего оборудования. Его амортизация учтена в себестоимости продукции, поэтому капитальные затраты отсутствуют.

Предпроизводственные затраты Z_m^{np} выбраны как среднестатистические для данной отрасли и составляют 10 000 грн.

Прочие затраты Z_m^n - 5% от $Z_m^{np} + Z_m^к$, что составляет 500 грн.

Таким образом годовой экономический эффект определяется:

$$Э_{\phi} = P_m - Z_m = 922683 - 10500 = 912183 \text{ грн.}$$

Себестоимость серого чугуна - 2200 грн. Использование комплексной присадки снизит себестоимость чугуна на 182 грн, что составит 8,2%.

В условиях рыночных отношений, представленные расчеты являются ориентировочными и дают оценку в определении экономической эффективности от замены ферросплавов на полученную комплексную добавку при легировании чугунов. Вместе с тем, приведенный эколого-экономический расчет свидетельствует о целесообразности применения новой комплексной добавки и своевременности проведения данной работы.

Библиографический список

1. Вредные вещества в промышленности: Справочник для химиков, инженеров, врачей. Т. 3. Неорганические и элементарные соединения. / Под. ред. Проф. Лазарева Н.В. и др. - Л.: Химия, 1977.- 608с.

2. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающую среду. Справочник. / Сост. Дмитриев М.Т., Карнина Н.И., Пинигина И.А. - М.: Химия, 1989. - 338с.
3. Демин Д.А., Горбенко В.В., Винник И.А. Оптимизация процесса восстановления продуктов эрозии, полученных после электроэрозионной обработки никелевых сплавов// Процессы литья. № 3, 2001, с.85.
4. Демин Д.А., Горбенко В.В., Винник И.А. Возможности замены ферросплавов применяемых для легирования чугуна, комплексной присадкой на основе никеля// Процессы литья. № 1, 2002, с..
5. Довідник з питань економіки та фінансування природокористування і природоохоронної діяльності/Скл. Шевчук В., Пилипчук М., Карпенко Н. та інш. – Київ.: Геопринт, 2000. – 412с.